

Állapotfüggő perceptuális teljesítmények és zavarai sztochasztikus és determinisztikus elektrofiziológiai jellemzőinek vizsgálata emberen és állatkísérletekben

Célkitűzés

A pályázat során végzett munka során ép és kóros (ischaemiás stroke, anorexia nervosa) idegrendszeri működésnek megfelelő spontán és kiváltott EEG-tevékenység elemzése történt. Módszertani szempontból közös ezekben az, hogy az agyi elektromos tevékenység hagyományos spektrális elemzésén túl a lineáris és nemlineáris ún. „komplexitás”-analízist is elvégezzük a rögzített adatokon. Ennek oka, hogy ez a megközelítés teszi lehetővé, hogy a korábbiaknál teljesebb körű, az idegrendszeri működések nemlineáris jellegzetességeit is tekintetbe vevő elemzés lehessen megvalósítható. A vizsgálatokat 1) agyi érbetegeken, 2) anorexia nervosa dg-sal kezelt betegeken, 3) a mentális erőfeszítés hatását elemezve egészséges fiatal személyeken, 4) állatkísérletes kondicionálás során végeztük.

1) Agyi érbetegeken történt mérések

Vizsgálataink célja, hogy kvantitatív EEG elemző eljárások alkalmazásával azonosítsa azon jellegzetességeket, melyek a stroke-on (egyoldali, egygócú ischaemiás stroke) átesett betegek EEG-jében figyelhetők meg. Ehhez a „hagyományos”, frekvenciaelemző módszerek mellett újabb, komplexitás elemző módszereket is felhasználtunk, összehasonlítva ezek hatékonyságát. A betegeken felvett adatokat életkorban egyeztetett egészséges kontroll csoporton rögzített adatokkal statisztikai módszerekkel vetjük össze.

Külön figyelmet fordítottunk az aktiváció (eseteinkben szemnyitás, mely egyszerűen végezhető, és amivel kapcsolatban a legtöbb elméleti és klinikai tapasztalat rendelkezésre áll) hatásának mérésére és értelmezésére.

Módszerek

EEG-elvezetés

Az EEG rögzítése folyamán a vizsgálati személyek egy hangszigetelt szobában, egy kényelmes székben foglaltak helyet. Nemzetközi 10-20-as rendszerben 19 elektródával végeztük el az EEG rögzítést. A vertikális és horizontális szemmozgást két-két elektród rögzítette. A föld pont a jobb fülcimpa volt, míg a referencia az orron elhelyezett elektród. Minden személy esetében először kétszer két percnyi EEG-t rögzítettünk két nyugalmi helyzetben. Az első, „csukott szemmel helyzetben” a vizsgálati személy csukott szemmel ült az elsőtétített vizsgálati helyiségben. A második „nyitott szemmel helyzetben” a személyek nyitott szemmel, tekintetüket egy pontra fixálva ültek az immáron kivilágított helyiségben. Az EEG jel digitalizálását NeuroScan 4.3-as rendszerrel végeztük. Digitalizálási sebesség 1000 Hz, az erősítő sávszűrője DC-40 Hz volt. A digitalizálás 16 bites felbontással történt.

Ischaemiás stroke betegcsoport (a)

A betegek csoportját 15 személy (8 nő és 7 férfi) alkotta. Mindannyian egy féltekét érintő, ischaemiás stroke-on estek át. A csoport átlagos életkora: 60,4 év. A kontroll csoportot 11 felnőtt személy (6 nő és 5 férfi) alkotta. A csoport átlagos életkora: 62,75 év. A vizsgálati személyek előzetes részletes felvilágosítást követően önként vettek részt a vizsgálatban.

Adatfeldolgozás

Az EEG regisztrátumokat FIR sávszűrővel 1,5 Hz és 45 Hz között szűrtük, 48 db/oct-os meredekséggel. A szűrt EEG-t 2048 pontos szakaszokra osztottuk. Az alapvonal képzése után elkészült szakaszokból vizuális szelekcióval eltávolítottuk azokat, melyek valamely műterméket – izommozgásból vagy más forrásból származó jelet, zajt – tartalmaztak.

Az EEG elemzése során a következő mérőszámokat használtuk: abszolút és relatív frekvencia spektrum (AFS illetve RFS), szimmetria index (SI), szinkronizációs valószínűség (SL),

Omega komplexitás, Phi, Szigma. Minden személy esetében külön számítottuk ki ezen mérőszámokat a két félteke felett, illetve a csukott és nyitott szemmel helyzetekben, hat féle frekvenciasávban.

Frekvencia sávonként és mutatóként egy-egy 2x2-es *ismételt méréses varianciaanalízist* végeztünk, ahol a következő csoportosító változókat alkalmaztunk: „csoport” nevű személyek közötti csoportosító változó, mely beteg és a kontroll csoportot különítette el egymástól és a „helyzet” nevű, változók közötti csoportosító változó a csukott és a nyitott szemmel helyzetben rögzített felvételek alapján számolt mutatókat különítette el. A továbbiakban csak azon elemzések eredményeit használjuk fel, ahol a csoport változó főhatása, vagy a két változó interakciója legalább tendencia jellegű. Ezen eredményeket ismerteti az 1. táblázat.

Frekvencia sáv	Mutató	Csoport	
		F	p
delta	AFS	3,669	0,067 +
	Omega	2,994	0,096 +
	Szigma	4,108	0,054 +
theta	SZV	4,945	0,036 *
	Omega	11,941	0,002 **
Alfa 1	SI	3,626	0,069 +

1. táblázat

A beteg csoportban a delta frekvenciasávban tendenciaszerűen magasabb abszolút frekvencia spektrum-, Omega komplexitás -, valamint Szigma értéket találtunk, mint a kontroll csoport esetében. A theta frekvencia sávban a beteg csoportban szignifikánsan alacsonyabb szinkronizációs valószínűség értéket és szignifikánsan magasabb Omega komplexitás értéket kaptunk a kontroll csoport eredményeihez viszonyítva. Az alfa 1 frekvenciasávban a beteg csoport tagjai esetében tendenciaszerűen aszimmetrikusabb EEG-t rögzítettünk.

Aszinkronizációs valószínűség esetében theta frekvencia sávban a csoport*helyzet interakció tendencijellegűnek bizonyult, mivel a beteg csoportban szemnyitás hatására a kontroll csoporthoz képest már csukott szemmel is alacsonyabb szinkronizációs valószínűség értéke tovább csökkent, míg a kontroll csoportban szemnyitás hatására nőtt az SL értéke. Mutatóként egy-egy *diszkriminancia analízist* is alkalmaztunk, mely elemzés csoportosító változója a fenn bemutatott csoport változó volt. A modellbe független változóként frekvenciasávonként a következő mutatók kerültek be: két helyzetben a két félteke felett mért értékek, a két félteke felett számított helyzetkülönbségek abszolút értékei, a két helyzetben számított oldalkülönbségek abszolút értékei, illetve a szemnyitásra megfigyelhető oldalkülönbség-változás abszolút értéke („interakciós mutató”). Az eljárást stepwise módszerrel végeztük, a modellbe való bekerülés kritériuma: a Wilks' Lambda mutatóhoz tartozó p értéke 0,05-nél kisebb legyen, a modellből való kikerülés kritériuma: ugyanezen p mutató 0,1 feletti értéke.

Fentek alapján levonható **következtetéseink** szerint a frekvencia elemzések eredményeire támaszkodva nem sikerült szignifikáns különbséget kimutatni az egészséges és a beteg csoportok között. A beteg csoport esetében tendenciaszerűen nagyobb volt a delta

frekvenciasáv abszolút spektrum -, illetve Szigma (globális frekvencia) értéke. Vagyis a fokozott delta tevékenység nem tesz egyértelmű különbséget a két vizsgált csoport között, a delta tevékenység megnövekedése csak a betegek egy részére jellemző. Hasonlóképpen értékeljük a beteg csoportban az alfa 1 sávban megfigyelt tendenciaszerűen magasabb aszimmetriát. Egyes károsodások nagy mértékben aszimmetrikus alfa 1 sávba tartozó tevékenységgel járnak, ugyanakkor más károsodások következtében ilyen változás nem figyelhető meg.

A theta frekvencia sávban jelentős eltéréseket tapasztaltunk a csoportok között, mind a szinkronizációs valószínűség, mind az Omega komplexitás esetében. A beteg csoportban kisebb a szinkronizáció mértéke, ráadásul szemnyitás hatására tovább csökken, míg a kontroll csoportban ezen érték magasabb nyitott szemmel helyzetben, mint csukott szemmel helyzetben. A beteg csoport esetében a theta sávba eső EEG tevékenység komplexitás-jelzője magasabb, mint a kontroll csoportban.

Ischaemiás stroke betegcsoport (b)

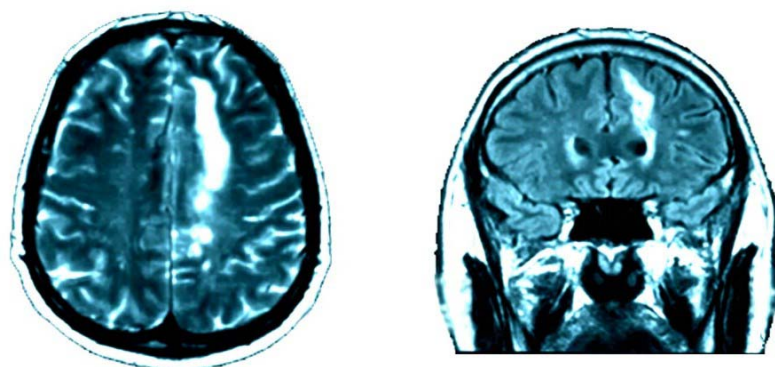
Egy másik betegcsoportban (11 beteg, egyoldali ischaemiás stroke) fentiekhez hasonló körülmények között vezettünk el EEG-t kiegészítve olyan paradigmákkal, melyek során részint a motoros aktivitással (kéz ujjainak alternált flexiója-extenziója), részint vizuális memória teljesítménnyel (szekvenciálisan mutatott képek memorizálása) korreláló EEG-változásokat hasonlítottuk össze egészséges kontroll csoport (n=11) adataival. Emellett megvizsgáltuk, hogy több percig tartó audiovizuális ingerlés (villanó fényingerek és szinuszosan modulált hangingerek egyidejű adása) mennyiben befolyásolják a vizsgált paramétereket. Ezen adatok feldolgozása még nem fejeződött be. Eddigi eredményeink alapján a betegcsoportban frekvenciafüggő szinkronizáció-fokozódás volt megállapítható.

Következtetések

Feltételezhető, hogy az idegrendszer funkcionális egysége bomlik meg stroke károsodás következtében. Ezen megbomlott egység az, amire az Omega komplexitás különösen érzékeny, ezért találhatunk eltérést ezen mutató mentén a beteg és az egészséges csoport között. A funkcionális egységet eredményeink szerint megbontja a károsodás függetlenül attól, hogy az mekkora kiterjedésű, melyik féltekében lokalizálható, és milyen struktúrákat érint.

Esetismertetés

Az 1950-ben született hypertóniás férfi első ízben 2001-ben került kórházba. Felvételét megelőzően másfél éve időszakos jelleggel jobb alsó végtagjának néhány percig történő zsibbadását, elgyengülését érezte. MR vizsgálat alapján bal oldalon frontoparietáisan és a trigonumnak megfelelően a T1 súlyozott képen alacsony, T2 súlyozott képen magas jelet adó sáv ábrázolódot. A frontális parasagittalis fehérállományban a kérget megkímélő, de a gyrusokba kesztyűújszerűen benyúló laesio látható (1. ábra).

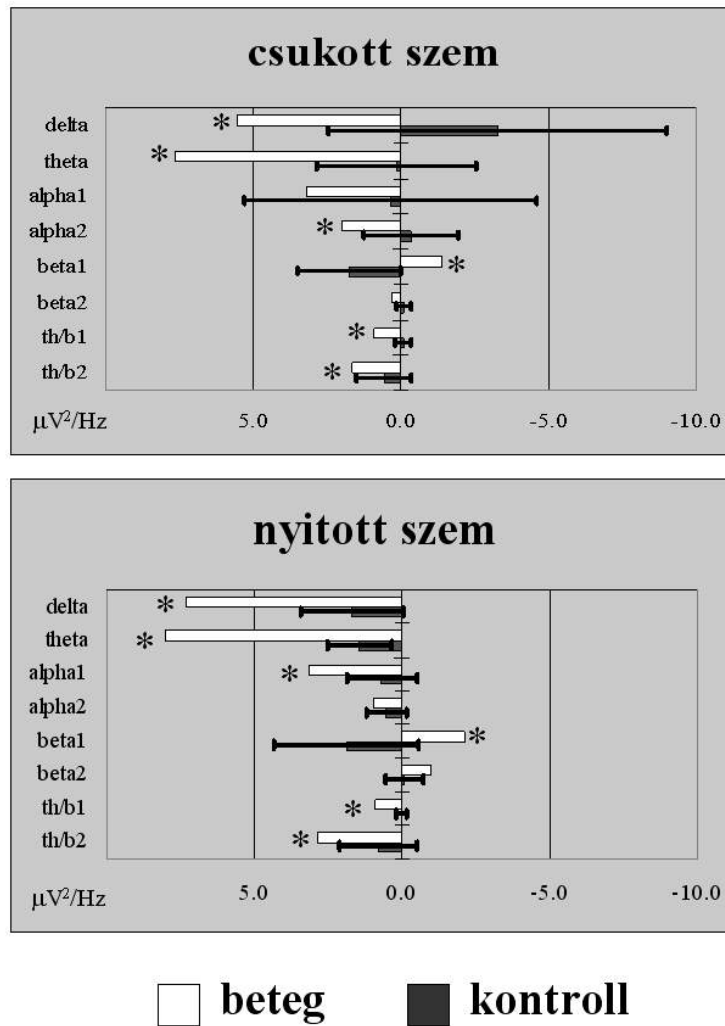


ABSZOLÚT SPEKTRUMOK

oldalkülönbségek

4

1.



2. ábra

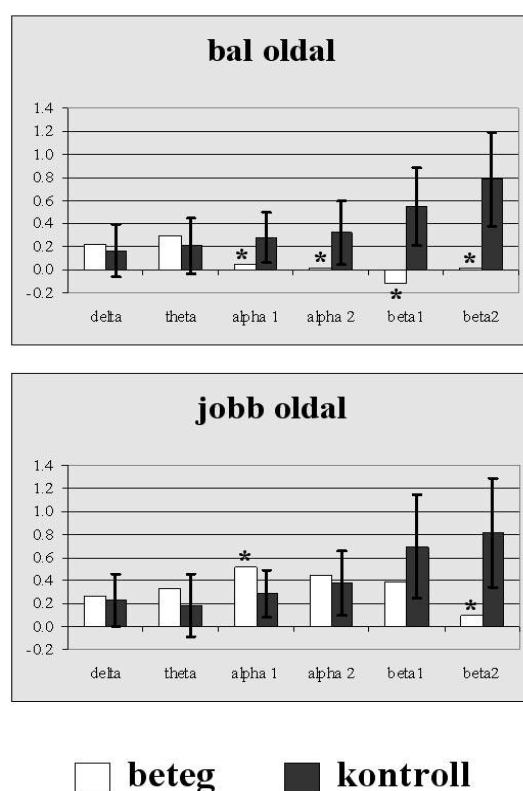
Vizsgálatunk során a csukott és nyitott szem állapotban elvezetett EEG-n meghatároztuk az abszolút és relatív spektrumokat, a theta/beta hányadosokat, a szemnyitás hatását jellemző interakciós mutatót, valamint az ún. szimmetria indexet. A betegen mért, ill. az egészséges csoport adatait 95 %-os konfidencia intervallum számítás alapján vetettük össze.

A károsodás oldalán, függetlenül az elvezetési helyzettől, az abszolút spektrumokban a lassú frekvenciájú sávok oldaltúlsúlyát, valamint a theta/beta sávok emelkedését találtuk (2. ábra). Szemnyitás hatására a károsodás oldalán a beta1 és beta2 sávok növekedése elmaradt az ép oldalon és a kontroll csoporton tapasztalt emelkedéstől. Az oldalkülönbség dinamikáját jellemző interakciós mutató alapján a beta2 sáv változása volt a legjellemzőbb. A szimmetria index mind csukott, mind nyitott szem állapotban a károsodás oldalán a lassú, az ép oldalon a gyors frekvencia tartományok dominanciáját igazolta.

Emelkedett Omega komplexitást találtunk a lassú fekvenciákat (delta, theta, alpha1) tekintve az ischaemiás laesiónak megfelelő oldalon, a gyors frekvenciákban (csukott szem állapotban beta2, nyitott szem helyzetben alpha2, beta1, beta2) pedig az ép oldalon. A

szinkronizációs valószínűség az infarctus oldalán a beta2 (csukott szem helyzet), ill. a beta1 és beta2 (nyitott szem) tartományokban magasabb volt az ellenoldalnál. A betegen a szemnyitásra bekövetkező Omega-komplexitás emelkedés a beta frekvenciákban mindkét oldalon elmaradt a kontroll csoporton megfigyelttől (3. ábra). A különbség nagyobb volt a károsodott oldalon, ahol nemcsak beta, hanem az alpha sávokat is érintette. Szemnyitás hatásaként a szinkronizációs valószínűség minden frekvenciasávban csökkent a kontroll csoportban és a betegen, kivéve a laesio oldalán az alpha2, beta1 és beta2 sávokat.

OMEGA KOMPLEXITÁS SZEMNYITÁS HATÁSA



3. ábra

Következtetések

Fentiek alapján megállapítható, hogy a lokalizált fehérállományi károsodás kérgi laesio nélkül is elegendő ahhoz, hogy a károsodás oldalán a lassú frekvencia tartomány túlsúlyát, és a gyors frekvencia sávok csökkenését okozza, mely az abszolút spektrumokban és a szimmetria indexben egyaránt megnyilvánul. A gyors frekvencia sávoknak a károsodás oldalán tapasztalt funkcionális reaktivitás hiánya jól követhető a relatív spektrumok szemnyitásra bekövetkező változásában, valamint az oldalkülönbség dinamikáját jellemző interakciós mutató számítása alapján.

A laesio oldalán a lassú frekvenciatartományokban megnövekedett Omega-komplexitás és alacsonyabb szinkronizációs valószínűség a neuronális kapcsolatok megszakadására, az ebben az aktivitásban szereplő neuronális rendszererek csökkent együttműködési állapotára utal. A thalamocorticalis kapcsolatok laesiója okozhatja, hogy a szemnyitásra bekövetkező Omega-komplexitás emelkedés ill. szinkronizációs valószínűség csökkenés a károsodott oldalon a beta és alpha frekvenciákban elmaradt az ép oldaltól és a kontroll csoport megfelelő adataitól.

2) Ízhatások vizsgálata anorexia nervosa-val kezelt betegeken

A vizsgálatsorozat során kiemelt figyelmet fordítottunk arra, hogy *tartós* (30-60 s-ig terjedő) időintervallumra kiterjedően végezhesünk elemzést. Ennek alapja, hogy a nemlineáris módszerek leg többjé matematikailag megbízhatóbb adatokat nyújt, amennyiben hosszabb a számítás alapját képező adatsor. Ennek megfelelően a futamidő utolsó periódusában külön hangsúlyt kapott a spontán EEG-tevékenység elemzése, ideértve a „tartós” ingerhelyzetek által módosított (ld alább) helyzeteket is.

Ez a törekvésünk a agyi érbetegségek vizsgálatát tekintve a szemnyitásnak, mint aktivációnak a hatás-elemzését jelentette, a különböző ingerekkel kiváltott potenciálok vizsgálata mellett. Az ingerhelyzetek által tartósan befolyásolt állapotok sorába illeszkedik azon (eredetileg nem tervezett) vizsgálatsorozatunk, melyek során kellemes és kellemetlen íz-, és szaggingerekkel próbáltunk hosszabb (néhány percre terjedő) időre terjedő hatást elérni. Az íz-és szaghatások elemzését egészséges és anorexiás személyeken végeztük. Ezen adatokat és eredményeket (mind metodikai háttérként, mind pedig teoretikus hozamukat tekintve) hasznosan fel tudjuk használni a jövőben tervezett vizsgálatok kivitelezésekor, melyek pszichoaktív élvezeti szerek (nikotin, koffein, alkohol) hatásának mérésére irányulnak.

Kellemes (édes csokoládé), kellemetlen (keserű tea) és semleges (víz) anyagok hatását vizsgáltuk az agyi elektromos tevékenységre (2 perc alatt rögzített felvétel). A vizsgálatot részint anorexia nervosa (AN) diagnózissal korábban kezelt személyeken, részint pedig egészséges kontrollokon végeztük. Az ízanyagok hatásának elemzésekor a szokványos frekvencia spektrum analízisen túl alkalmaztuk a lineáris (Omega) és nemlineáris (pontkorrelációs dimenzió) módszereket is.

Eredményeink szerint a kontrollokhoz képest az AN betegeken emelkedett theta, valamint csökkent alpha1 frekvencia teljesítményt találtunk, függetlenül a vizsgált íz-kvalitástól. Az eltérésben nem volt hemispherialis oldalkülönbség. Az AN-betegek EEG-jének dimenzionális komplexitása alacsonyabb volt az egészséges kontrollokénál. Ezen túlmenően megállapítottuk, hogy a keserű, ill. édes íz által kiváltott, frekvencia spektrumokban megnyilvánuló aktivációs mintázat a két csoportban eltért egymástól. Az eltérés a komplexitás mutatókban is megnyilvánult; az édes íz által kiváltott komplexitásváltozás az AN-betegekben nem volt megfigyelhető.

3. Kognitív tevékenység hatása az EEG-re

3.1. Szenzoros diszkrimináció CNV helyzetben

A jellegzetes negatív potenciál-eltolódásként regisztrálható CNV akkor figyelhető meg, amikor egy figyelmeztető, felkészítő inger (S1) egy konkrét feladat elvégzésére felszólító (“imperatív”) második inger (S2) követ, és csak akkor látható, ha a két ingerrel kapcsolatban a vizsgált személynek feladata van. A CNV-t a felkészülés és döntéshozatal indikátora. Az S1 és S2 hangpárokat random időzítéssel adtuk, az időkülönbség két hangpár között 20-30 s volt. Az S1 inger frekvenciája 1000 Hz, az S2 ingeré 60%-ban 1000 Hz, 40%-ban 2000 Hz volt. Kontroll helyzetben a személyeknek feladata nem volt. Az ezután következő feladat helyzetben a személynek gombnyomással kellett jeleznie, ha a második inger frekvenciája eltért az elsőtől. (A futamidő során más típusú CNV-helyzeteket is elemeztünk.)

Az S1 inger N1 és P2 hullámokat, és S2 inger emellett a P3 hullámot is kiváltotta. A feladat-helyzetben a figyelmeztető és a felszólító ingerek között megfigyelhető volt a mintegy 5 μ V nagyságú negatív irányú potenciál-eltolódás, azaz a CNV (1. ábra, 13 személy nagyatlag). Nem volt regisztrálható ez a jelenség kontroll helyzetben, tehát akkor, amikor a vizsgált személy instrukció nélkül hallgatta a hangingereket.

A teljes szakaszra (3050 ms) számolt Omega érték a kontroll helyzetben $5.639 (\pm 0.90)$, a feladat helyzetben $5.56 (\pm 0.85)$. A különbség nem volt szignifikáns. A CNV-nek megfelelő 750-2000 ms időtartamban az Omega értéke kontroll helyzetben $5.46 (\pm 0.91)$, feladat helyzetben $5.29 (\pm 0.88)$; a különbség t-próbával ($p < 0.02$), ill. Wilcoxon próbával ($p < 0.05$) szignifikánsnak bizonyult.

Értelmezés

A feladat helyzetben mért csökkent Omega érték növekvő téri szinkronizációra, csökkent komplexitásra utal. A személynek feladat helyzetben az S1-S2 inger közötti időtartam alatt tartósan figyelnie kell; a csökkent komplexitás összeegyeztethető azzal a feltevéssel, hogy ebben a periódusban több neuronális rendszer együttműködése, fokozott kooperativitása valósul meg

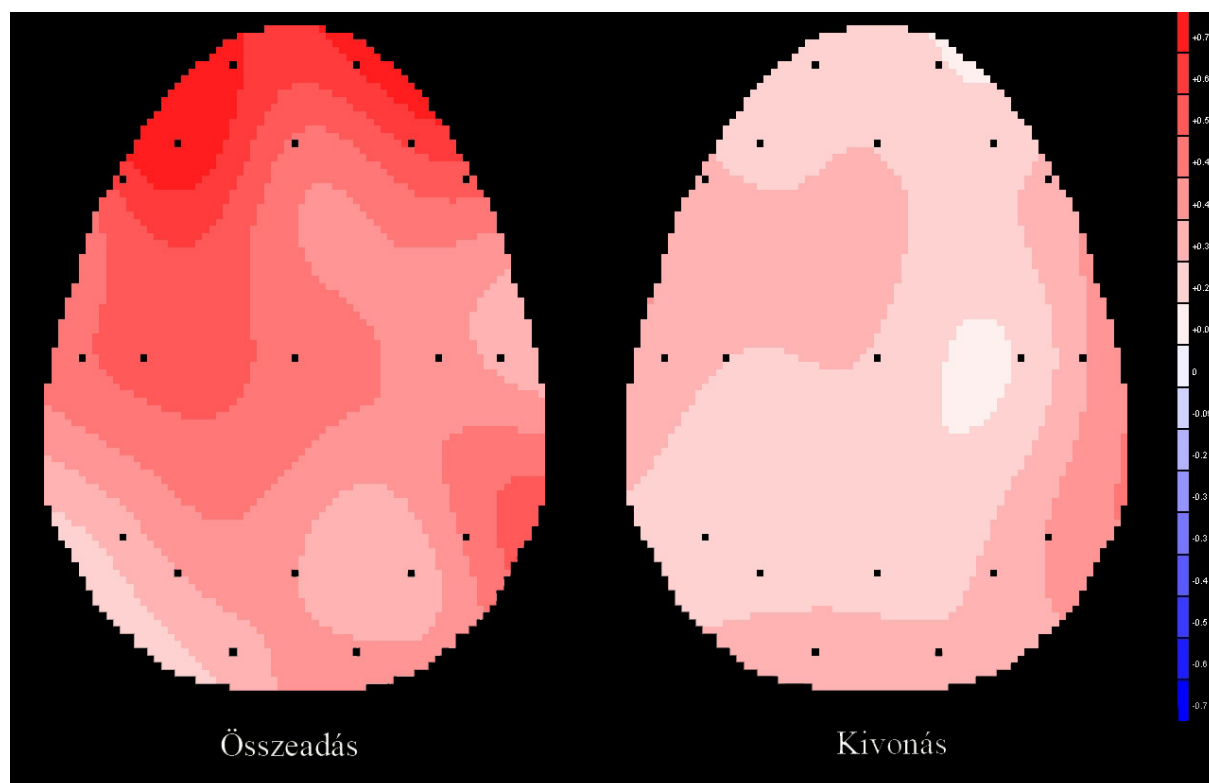
3.2. Aritmetikai feladatmegoldás

A vizsgálatban 12 egészséges (6 nő) személy vett részt (átlag életkor: 22 év). A számolási helyzetekben a személy 1,5 méter távolságban ült egy 17"-es LCD monitor előtt. Visus-korrekcióna egy személy sem szorult. Az összeadás-helyzetben a személy egy kétjegyű számot látott, mely 2 s-ig tűnt fel a képernyőn. Ezután 4 s-ig egyszerre 4, egyjegyű számjegy jelent meg, melyeket a személynek össze kellett adnia. Amennyiben ezek összege meghaladta az előző kétjegyű számot, úgy a személynek ezt gombnyomással jeleznie kellett. Ezt követően a ciklus fenti időviszonyokkal ismétlődött 2 percen át. A kivonási helyzetben 2 s-ig megjelenő háromjegyű számot látott a személy. Ebből az ingeradó program 7-et vont ki, mutatva az eredményt, mely ismét 2 s-ig volt látható. 20 %-os gyakorisággal hibát építettünk a sorozatba, melyet a személynek gombnyomással kellett jeleznie. A ciklus 1 percen át tartott. Mindkét helyzetben a személy az esetleges hibáról (vörös képernyő-felvillanás) és az összeteljesítményről (a sorozat végén) visszajelentést kapott. Az EEG és a hibák száma mellett a reakcióidőket is mértük. Minden személyről 3-3 összeadási, ill. kivonási helyzetben történt elvezetés, melyek mindegyikét felhasználtuk az adatelemzés során. Az ismételt próbák során az ingeradási helyzetet úgy alakítottuk ki, hogy ismétlés nem fordulhatott elő.

A statisztikai elemzés során a kontroll helyzetet a feladat helyzettel varianciaanalízissel hasonlítottuk össze. Kontrollként azt az EEG-t használtuk, melynek elvezetése közben a személyek látták a kétféle helyzetben megjelenő számsorozatokot, de azokkal kapcsolatban feladatuk nem volt. Ennek felvétele a feladat-helyzet előtt történt. A különbség-térképek képzésekor a kontroll helyzet értékeit vontuk ki a feladat-helyzetben tapasztalt értékekből. Minden számolt értékből csoport-nagyátlagot készítettünk.

Az összeadás-helyzetben és kivonás-helyzetben elvezetett EEG-ből számított szinkronizációs valószínűség értékek különbség-térképe látható a 4. ábrán.

Az összeadás-helyzetben a szinkronizáció feltűnő, nagy mértékű emelkedése látható a frontális, valamint a bal oldali centrális, temporoparietális területnek megfelelően. Ezzel ellentétben a kivonás helyzetben enyhe, a bal centrotemporális régióknak megfelelő emelkedés észlelhető. Enyhe szinkronizációs valószínűség növekedés mindkét helyzetben a jobb temporális területnek megfelelően is látható.



4. ábra

Következtetések

Az összeadáskor növekvő szinkronizáció arra utal, hogy a művelethez kapcsolódóan, feltehetően a munkamemória-aktivációjának következtében, emelkedik az egyes idegrendszeri területek integratív aktivitása, nő a különböző neuronális rendszerek közötti kooperáció. Bár a szinkronizációs valószínűséget tekintve ez a kivonás-helyzetben is megfigyelhető volt, az Omega komplexitás utóbbi feladatban nem változott. A szinkronizációval kapcsolatos komplexitás-adatok tehát - noha ezek számításakor nem választottuk el az egyes frekvenciasávokat - a frekvencia-spektrumok theta (és delta) sávjára vonatkozó megfigyeléseket támasztják alá. Mindezek alapján úgy tűnik, az általunk alkalmazott helyzetben az összeadási művelet provokatívabb volt a kívánt kognitív erőfeszítést illetően.

4) Állatkísérletek

Vizsgálataink célkitűzése az volt, hogy az állatkísérletek előnyeit (elsősorban azt, hogy ezekben a generátorokhoz közeli aktivitás regisztrálható) kihasználva végezzük az eseményfüggő kiváltott potenciálok (EKP-ok) dimenzionális elemzését.

Módszerek

A kísérleteket a vonatkozó etikai előírások betartásával végeztük, melyet az MTA Pszichológiai Kutatóintézet Intézetének Etikai Bizottsága ellenőrzött és hagyott jóvá. A kísérleteket 8 macskán végeztük, melyeken sebészi narkózisban (40 mg/kg Nembutal i.p.) krónikus elektródokat építettünk hallókéreg fölé, a dorsalis hippocampusba, és a "vertexre".

Klasszikus averzív kondicionálási paradigmát alkalmaztunk. Az állatok 1/s ismétlési frekvenciával adott 4 kHz frekvenciájú, 3 ms időtartamú semleges háttéringer-sorozatot hallottak, melyeket random módon (valószínűség: 5%) alacsonyabb (2 kHz) frekvenciájú (intenzitás mindkét esetben 75 dB) hangingeretek szakítottak meg. A háttéringerektől eltérő ingereket elkerülhetetlen áramütéssel (4 mA, 100 Hz, 0.2 ms impulzuszélesség, 0.4 s időtartam) erősítettük meg.

Adatfeldolgozás

Az alkalmazott nem-lineáris elemző módszer a pont-korrelációs dimenzió (PD2) analízis volt, mely alkalmas nem-stacionárius változásokat tartalmazó idősorok dimenzionális komplexitás-változásainak időbeli követésére. A PD2 számítását azoknak az EEG szakaszoknak megfelelően végeztük el, melyekből az EKP átlagokat képeztük. Minden egyes EEG szakasz PD2 elemzését elvégeztük.

Eredmények

A potenciálokat kísérő nem-lineáris komplexitás változások jellegüket tekintve a hallókérgeken és a vertexen egymáshoz hasonlóak voltak: a szignálinger a komplexitás átmeneti emelkedését, majd kifejezett csökkenését okozta. A hippocampusban ennek ellenkezője volt megfigyelhető. A legalacsonyabb dimenzionális komplexitás értéket kondicionálás alatt minden elvezetési helyen közel azonos latencia tartományban, 160-200 ms között találtuk. A habituáció alatt jellegükben hasonló, de nagyságukat tekintve sokkal kisebb dimenzionális komplexitás változások voltak megfigyelhetők minden elvezetési helyen.

Értelmezés

A különböző elvezetési helyeken közel egyidőben tapasztalt dimenzionális komplexitás csökkenését, melyet legfontosabb észlelésünknek tartunk, a megfigyelt struktúrák együttes, közös, összehangolt működése okozhatja. Feltehető, hogy ez a koherens aktivitás, melyet a különböző neuronális rendszerek nem-lineáris kooperativitás emelkedéseként értékelünk, a szignál inger feldolgozásának lényeges elemével kapcsolatos, sőt valószínűleg annak nélkülözhetetlen része.

Összefoglalás

Az EEG komplexitás elemzésének alapján felrajzolt trajektor leírásával, jellemzésével az idegrendszer – pontosabban annak elektromos „lenyomatának” – makro állapotait tudjuk jellemezni (Wackermann, 1999). Ezen állapotok jelentősen különböznek a stroke betegek csoportjában és kontroll csoportban, sőt a károsodott és a nem károsodott féltekék állapotai is különböznek egymástól. Ezen állapotok elkülönítésében hatékony eszköznek bizonyult a Wackermann-féle leíró rendszer három mutatójának együttes használatát, mely az állapotok sokrétű, összetett leírását kínálja. Megállapítható, hogy a trajektorok elemzésén alapuló módszerek a hagyományos, frekvenciaelemzésen alapuló módszerekhez képest nagyobb hatékonysággal voltak képesek elkülöníteni a beteg és az egészséges kontroll csoportot egymástól. Használatuk indokolt, hiszen az EEG olyan jellegzetességei ragadhatók meg segítségükkel, melyre a „hagyományos”, frekvenciaelemzésen alapuló módszerek nem, vagy csak kevésbé érzékenyek.

Az anorexiás betegeken nyert elemzések alapján arra következtetünk, hogy anorexiában megváltozik az ízek perцепciója, ami a kórkép kialakulásának mechanizmusát tekintve annak centrális eredetét valószínűsíti.

A CNV-helyzetben, az aritmetikai feladatmegoldás kapcsán, ill. az állatkísérletes adatok értelmezésekor nyilvánvalóvá vált a szinkronizációs jelenségek súlyának kérdése. Bizonyos frekvenciatartományok fáziskötött tranzien szinkronizációját más frekvenciatartományok szétválása kíséri, mely feltétele a feldolgozási folyamat(ok) gördülékeny lezajlásának. Emellett valószínűnek látszik, hogy (legalábbis a gamma ritmust tekintve) maga a szinkronizáció is csak 100-300 ms-os periódusokra szorítkozik. Ezáltal egy térben-időben folyamatosan változó rendszer képe rajzolódik ki, melynek a kisebb vagy nagyobb részeit az aktuálisan lezajló folyamat (pszichés működés) megvalósulásának, „igényének” megfelelően a szinkronizáció kapcsolja össze.